



OSNOVNA ŠOLA GUSTAVA ŠILIH LAPORJE

## IZ PRITLIČJA V MANSARDO

področje: arhitektura  
raziskovalna naloga

Avtorica: Karla Rap, 8. a

Mentorica: Renata Jesenek, prof.

Laporje, 2020

## **ZAHVALA**

Iskreno se zahvaljujem moji mentorici Renati Jesenek za potrpežljivost in pomoč pri pisanju raziskovalne naloge. Zahvaljujem se gospe Albini Avsec za lektoriranje raziskovalne naloge in gospe Ines Jarh za angleški prevod povzetka. Hvala pa tudi mojim staršem za podporo pri pisanju in očetu za pomoč pri izdelavi makete.

**KAZALO**

1 UVOD.....	8
2 TEORETIČNI DEL.....	9
2.1 Zgodovina stopnic .....	9
2.1.2 Prve stopnice .....	9
2.2 Materiali za izdelavo stopnic in vrste stopnic .....	10
2.2.1 Materiali stopnic .....	11
2.2.2 Vrste lesa za izdelavo stopnic .....	11
2.3 Delitev stopnic .....	13
2.3.1 Delitev glede zasnove in rame .....	13
2.3.2 Delitev glede lege v prostoru .....	16
2.3.3 Delitev glede materiala .....	16
2.4 Osnovni elementi stopnišča .....	16
2.5 Vrste stopnic glede konstrukcije .....	17
2.5.1 Konstruiranje stopnic z upoštevanjem razmerij za udobno hojo .....	18
2.5.2 Izračun dimenzij stopnic .....	19
2.6 Sušenje lesa .....	20
2.7 Stopniščne ograje in materiali .....	20
2.8 Izkoriščenost prostora okoli stopnišča .....	21
3 RAZISKOVALNI DEL .....	22
3.1 Raziskovalne metode .....	22
3.1.1 Namen raziskave .....	22
3.1.2 Cilji raziskave .....	22
3.1.3 Raziskovalni hipotezi .....	22
3.1.4 Metode dela .....	22
3.1.5 Potek dela .....	22
3.2 Rezultati .....	22
3.2.1 Preverjanje hipoteze 1: .....	22
3.2.2 Preverjanje hipoteze 2: .....	33
4 RAZPRAVA .....	36
5 ZAKLJUČEK .....	37

## KAZALO SLIK

Slika 1: Prve zgrajene stopnice na svetu – t. i. južna vrata v nebesa. (Stopnice skozi zgodovino, Gradbeništvo Majhen, 2017) .....	9
Slika 2: Prikaz renesančne monumentalnosti: stopnišče v Medičejski knjižnici v Firencah, ki ga je leta 1524 skonstruiral Michelangelo. (Stopnice skozi zgodovino, Gradbeništvo Majhen, 2017) .....	10
Slika 3: Notranjosti kraljeve palače v Caserti (desno zgoraj) in palače Augustusurg (desno spodaj). (Stopnice skozi zgodovino, Gradbeništvo Majhen, 2017) .....	10
Slika 4: Prerez lesa rdečega bora. (Leban, 2004) .....	11
Slika 5: Prerez macesnovega lesa. (Leban, 2004) .....	11
Slika 6: Prerez lesa velikega jesena. (Leban, 2004) .....	12
Slika 7: Prerez bukovega lesa. (Leban, 2004) .....	12
Slika 8: Prerez hrastovega lesa. (Leban, 2004) .....	12
Slika 9: Prerez kostanjevega lesa. (Leban, 2004) .....	13
Slika 10: Enoramno stopnišče. (Stegne, b. d.) .....	13
Slika 11: Dvoramno stopnišče. (Stegne, b. d.) .....	14
Slika 12: Triramno stopnišče. (Stegne, b. d.) .....	14
Slika 13: Krožno stopnišče. (Stegne, b. d.) .....	15
Slika 14: Polkrožno zavito stopnišče v obliki črke U. (Stegne, b. d.) .....	15
Slika 15: Kotno zavito stopnišče. (Stegne, b. d.) .....	16
Slika 16: Nasedlane stopnice. (Rozman, 1987) .....	17
Slika 17: Zadolbene stopnice. (Rozman, 1987) .....	17
Slika 18: Vpahnjene stopnice. (Rozman, 1987) .....	18
Slika 19: Mere ravnih enoramnih stopnic. (Stegne, b. d.) .....	19
Slika 20: Naklon stopnišča glede lege v prostoru. ("Domači mojster", 2014) .....	20
Slika 21: Monomine, domine in trinomine. ("Polinomina", 2019) .....	21
Slika 22: Fotografija stanja. (Avtorica: Renata Korošec, Poljčane, 2012) .....	23
Slika 23: Tloris peči in prostorske situacije. (Gradbena dokumentacija) .....	23
Slika 24: Tloris pritličja v programu CiciCAD. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 13. 12. 2019) .....	24
Slika 25: Barvanje sten z belo barvo. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 28. 12. 2019) .....	25
Slika 26: Sestavljanje in vijačenje tal ter sten. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 28. 12. 2019) .....	25
Slika 27: Lepljenje peči in vstavljanje peči v prostor. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 28. 12. 2019) .....	25
Slika 28: Končna maketa prostora. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 28. 12. 2019) .....	25
Slika 29: Tloris pritličja in stopnic v obliki črke L v programu AutoCAD. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 14. 12. 2019) .....	27
Slika 30: Tloris pritličja in stopnic v obliki črke U v programu AutoCAD. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 14. 12. 2019) .....	27
Slika 31: CNC stroj za obdelavo lesa obdeluje vezano ploščo na podlagi načrta. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 3. 1. 2020) .....	28
Slika 32: Obrezovanje stopnic z rezalnikom. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 3. 1. 2020) .....	28
Slika 33: Lepljenje s talilnim lepilom. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 14. 1. 2020) .....	28
Slika 34: Lepljenje in sestavljanje delov. ....	28
Slika 35: Tloris stopnic v obliki črke U. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 14. 1. 2020) .....	29
Slika 36: Pogled iz prostora na stopnice v obliki črke U. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 14. 1. 2020) .....	29
Slika 37: Tloris stopnic v obliki črke L. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 14. 1. 2020) .....	30

Slika 38: Pogled iz prostora na stopnice v obliki črke L. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 14. 1. 2020) .....	30
Slika 39: Prikaz ideje izkoristka prostora stopnic v obliki črke L. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 20. 1. 2020) .....	31
Slika 40: Prikaz ideje izkoristka prostora stopnic v obliki črke U. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 20. 2. 2020) .....	31
Slika 41: Prikaz metode polinomin v tlorisu, risanem v programu AutoCAD. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 26. 2. 2020) .....	32
Slika 42: Prikaz računanja stopniščnega prostora, prikazanega v programu AutoCAD. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 26. 2. 2020) .....	32
Slika 43: Tehtanje stopnic v obliki črke U. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 20. 2. 2020) .....	34
Slika 44: Tehtanje stopnic v obliki črke L. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 20. 2. 2020).....	34

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Razlogi za izbiro stopnic v obliki črke U in črke L.....	26
Tabela 2: Primerjava stopnic v obliki črke U in črke L za preverjanje hipoteze 1. ....	32
Tabela 3: Primerjava stopnic obliki črke U in črke L za preverjanje hipoteze 2. ....	35

## POVZETEK

Za raziskovalno nalogo sem se odločila, ker me zanima arhitektura in rada iščem rešitve problemov, ki se pojavijo v hiši že med gradnjo ali kasneje pri preureditvi prostora. Hkrati pa sem v naši hiši opazila, da stopnice zavzamejo veliko prostora, in zanimalo me je, kako najbolj optimalno izkoristiti dani prostor za postavitve stopnic.

Namen moje raziskovalne naloge je bil najti rešitev za stopnice v kompleksnem prostoru, in sicer osrednjem bivalnem prostoru v leseni hiši, kjer je zaradi spremembe v gradnji nastal manjši prostor za stopnice, kot je bil sprva predviden. Tako je nastalo nekaj omejitev, ki so oteževale postavitve stopnic v prostoru. Investitor je naletel na težavo, saj mnogi izvajalci niso našli rešitve. Zanimalo me je, ali lahko sama najdem rešitev in izdelam maketo stopnic, ki bo upoštevala vse zahteve. Upoštevati je potrebno neobičajno višino pritličja, ki meri 286 cm, ob čemer se pod načrtovanimi stopnicami nahaja še lončena peč, ki v zimskem času povzroča velike temperaturne razlike. Prostor namenjen stopnicam zmanjša še leseni stropnik, ki dodatno zmanjša možnost za postavitve različnih stopnic. Po tem, ko sem preučila vse omejitve prostora, sem se lotila raziskovalnega dela.

V teoretičnem delu naloge sem najprej opisala zgodovino stopnic, nato materiale iz katerih so lahko stopnice izdelane. Posebno pozornost sem posvetila lesenim stopnicam in opisala vse vrste lesa, ki so primerne za izdelavo trpežnih stopnic v zaprtih prostorih. Nadalje sem stopnice delila glede na zasnovo in lego v prostoru, opisala sem dimenzije stopnic in vrste ograj. Navedla sem razmerje med višino in širino stopne ploskve, da bo hoja udobna. Razmišljala sem tudi o sušenju lesa, saj je pomembno, da se les minimalno krči in razteza.

V raziskovalnem delu naloge sem se lotila načrtovanja stopnic, tako da sem skicirala različne rešitve, ki bi ustrezale prostoru. Izbrala sem dve, po mojem mnenju najboljši možni rešitvi. Za lažjo predstavo sem izdelala makete. Prostor sem načrtovala v računalniškem programu CiciCAD, načrt za izdelavo dveh maket stopnic pa sem izdelala v programu AutoCAD. Nato sem izdelala maketo prostora in peči iz vezane plošče in stiropora ter dve maketi stopnic, da bi lažje potrdila ali ovrgla hipoteze. Ob koncu sem izbrala najboljšo rešitev za postavitve stopnic v zapleteni prostorski situaciji. Ugotavljala sem, kakšna oblika stopnic je najbolj optimalna v zapleteni prostorski situaciji nad pečjo in pri katerih stopnicah je ekonomski vidik najugodnejši.

Ključne besede: stopnice, stopna ploskev, materiali, les, ograje

## ABSTRACT

I decided to do a research assignment because I am interested in architecture and I wanted to find solutions to problems that occur in the house during construction or later when remodelling a space. At the same time, I noticed in our house that the stairs take up a lot of space and I was interested in how to make the best use of the space provided for the stairs.

The purpose of my research assignment was to find a solution for stairs in a complex space. The space is the central living space in a wooden house, where a change in construction has created less space for stairs than originally intended. This created some restrictions that made it difficult to set the stairs in the room. The investor encountered a problem as many contractors did not find a solution. I was so interested to find out if I could find a solution on my own and create a model staircase that would meet all the requirements. It is necessary to take into account the unusual height of the ground floor, which measures 286 cm, while under the planned stairs there is also a pottery furnace, which in the winter causes great temperature differences. The space intended for the stairs is further reduced by the wooden ceiling, which further reduces the possibility of erecting different stairs. After examining all the limitations of the space, I began my research.

In the theoretical part of the thesis, I first described the history of the stairs, then the materials from which the stairs could be made. I paid special attention to wooden stairs and described all types of wood that are suitable for making durable stairs indoors. Further, I divided the stairs regarding the design and location of the room, and described the dimensions of the stairs and the types of railings. I have indicated the ratio of height to width of the step surface to make walking comfortable. I was also thinking about drying the wood, as it is important to minimize the wood shrinkage and stretch.

In the research part of the assignment, I started designing stairs by sketching different solutions that would fit the space. I chose two, in my opinion, the most possible solution. For better imagination, I made models. I planned the space in the CiciCAD computer program, and I made the plan for the production of two model steps in AutoCAD. I then designed a model of the space and the furnace from plywood and Styrofoam and two models of stairs to help confirm or refute the hypotheses. In the end, I chose the best solution for setting the stairs in a complex spatial situation. In the end, I tried to find out what kind of staircase is the most optimal solution in the complex spatial situation above the furnace and which stairs are the most economical aspect.

**Keywords:** stairs, steps, materials, wood, fences

## 1 UVOD

Stopnišča poznamo kot nepogrešljiv arhitekturni element v stavbah, da se lahko povzpnejo iz nadstropja v nadstropje. Skozi zgodovino so se spreminjale od različnih materialov, različnih oblik in načinov gradnje. Večinoma je načrtovanje in postavitve stopnic v prostor enostavna. Kadar pa se tekom gradnje hiše izvedejo nepravilnosti, ki niso v skladu z načrtom ali pa se pri prenovi spremeni prostorska situacija, lahko pri tem naletimo na problem, kako stopnice najbolje umestiti v prostor, da bodo funkcionalne in udobne za hojo in da bodo prostoru v okras. S takim problemom sem se srečala v hiši iz lesa. Tako so v leseni hiši želeli postaviti stopnice nad lončeno pečjo. Ker je bil to zapleten gradbeni zalogaj, sem se odločila, da raziščem različne vrste stopnic in rešim problem.

Namen raziskovalne naloge je bil najti optimalno obliko stopnic v kompleksnem prostoru in ugotoviti, katere stopnice so ekonomsko najugodnejše. Prav tako sem želela izbrati primerno vrsto lesa za izdelavo stopnic. Tako sem iz lesa izdelala maketo po merah prostora in makete različnih vrst stopnic. Preizkusila sem se tudi v obvladovanju programov za načrtovanje stopnic. Na tak način sem virtualno ugotavljala, katere stopnice najbolj ustrezajo prostoru.

### **Moji raziskovalni vprašanji sta bili:**

Kakšna oblika stopnic je najbolj optimalna v zapleteni prostorski situaciji nad pečjo?

Pri katerih stopnicah je ekonomski vidik najugodnejši?

### **Moji hipotezi sta bili:**

Stopnice v obliki črke L so najboljša možna rešitev.

Ekonomski vidik je najugodnejši pri stopnicah v obliki črke L.



## 2 TEORETIČNI DEL

### 2.1 Zgodovina stopnic

#### 2.1.2 Prve stopnice

Stopnice so se skozi zgodovino spreminjale tako v materialih kot v namembnosti. Že v mlajši kameni dobi so na Kitajskem zgradili prve stopnice. Te še danes vodijo na kitajsko sveto goro Tai. Povezovala naj bi ljudi in bogove, zato jih imenujemo tudi "južna vrata v nebesa". Tako kot prve stopnice so imele tudi naslednje verski pomen. Babilonski stolp, egipčanske in majevske piramide, indijski Chand Baori in stopničasti zigurati v antični Mezopotamiji so bili zgrajeni kot poti proti bogovom na nebu in kot mesta za astrološko napovedovanje prihodnosti. (Stopnice skozi zgodovino, 13. 2. 2017)



Slika 1: Prve zgrajene stopnice na svetu – t. i. južna vrata v nebesa. (Stopnice skozi zgodovino, Gradbeništvo Majhen, 2017)

Stari Rimljani slovijo kot odlični gradbeniki, kar dokazujejo njihovi objekti, ki stojijo še danes. Na področju gradnje stopnic so naredili pomemben premik, saj so dotlej obokana in spiralna stopnišča iz odprtega prostora premaknili v notranjost stavb in jih uporabili ne le kot arhitekturni element, temveč tudi za prehod med posameznimi nadstropji. Konec rimskega imperija pa je zamrlo tudi gradbeništvo in kamena stopnišča so se pojavila le še v 14. stoletju, v obdobju zgodnje renesanse. Iz tega obdobja je najbolj znano stopnišče ustvaril Michelangelo, in sicer stopnišče Medičejske knjižnice v Firencah. Veliko palač so krasila zanimiva stopnišča, na primer stopnišče v kraljevi palači v Caserti in v palači Augustusburg v mestu Brühl. (Stopnice skozi zgodovino, 13. 2. 2017)



Slika 2: Prikaz renesančne monumentalnosti: stopnišče v Medičejski knjižnici v Firencah, ki ga je leta 1524 skonstruiral Michelangelo. (Stopnice skozi zgodovino, Gradbeništvo Majhen, 2017)



Slika 3: Notranjosti kraljeve palače v Caserti (desno zgoraj) in palače Augustusurg (desno spodaj). (Stopnice skozi zgodovino, Gradbeništvo Majhen, 2017)

## 2.2 Materiali za izdelavo stopnic in vrste stopnic

Stopnice so konstrukcijski arhitekturni element, ki se uporablja za premagovanje višinskih razlik oziroma za prehod iz nadstropja v nadstropje stavb. Materiali so zelo različni in odvisni od želje uporabnika ali sorodnosti z ostalimi materiali v zgradbi.

### 2.2.1 Materiali stopnic

V uporabi so najrazličnejši materiali za izdelavo stopnic. Nekoč so stopnice izdelovali večinoma iz kamna in lesa. Tudi danes se v gradbeništvu za gradnjo in notranjo opremo uporabljajo sorodni materiali, kar pomeni, da v moderno zasnovanih in minimalističnih stavbah za izdelavo stopnic uporabljajo beton, armirani beton, jeklo, steklo in inox, medtem ko v lesenih hišah in hišah, ki sledijo gradnji iz naravnih materialov, izdelujejo stopnice iz lesa.

### 2.2.2 Vrste lesa za izdelavo stopnic

Kot navaja Irena Leban (2004), ima les različne lastnosti, zato za izdelavo stopnic niso primerne vse vrste lesa. Spodaj sem opisala vrste lesa, ki so primerne za izdelavo stopnic.

#### **Rdeči bor**

Borov les na zraku potemni sicer pa je rumeno oziroma belo rdeč. Meja med letnicami je ostra. Vonj lesa nas močno spominja na smolo. Borov les ima majhno gostoto in srednjo trdoto. Les se dobro suši in je med sušenjem nekoliko nagnjen k pokanju, po sušenju pa se manj razteza in krči in s tem posledično večinoma ne poka. Uporablja se za stopnice, rezani in luščeni furnir, vezane plošče, pohištvo, stenske in stropne obloge, stavbno pohištvo, gradbeni les, celulozo, iverne in vlaknene plošče.



Slika 4: Prerez lesa rdečega bora. (Leban, 2004)

#### **Macesen**

Macesnov les je rumenkasto do rdečkasto bel, na zraku potemni. Meja med letnicami je ostra. Njegov vonj je prijeten. Les se dobro suši, vendar nekoliko poka, po sušenju pa se manj razteza in krči in s tem posledično večinoma ne poka. Ima srednjo gostoto, njegova trdota je od srednje trda do trda. Les je ponavadi malo smolnat. Uporablja se za stopnice, furnir, pohištvo, obloge, tla, stavbno pohištvo, fasade in skodle.



Slika 5: Prerez macesnovega lesa. (Leban, 2004)

### Veliki jesen

Les je rumenkasto oziroma rdečkasto bele barve. Letnice so izrazite. Ima srednjo gostoto in visoko trdnost. Jesnovina se dobro suši, nagnjena je k zmernemu krčenju med sušenjem, po njem pa ne. Uporablja se za stopnice, furnir, pohištvo, obloge, parket, športne naprave, ročaje pri orodju, stružene in rezbarjene izdelke.



Slika 6: Prerez lesa velikega jesena. (Leban, 2004)

### Bukev

Bukov les je rumenkasto bel in potemni v rumenkasto rjavega. Ima visoko gostoto in je izredno trd. Letnice so široke in razločne. Bukovina se suši počasi, nagnjena je k pokanju med in po sušenju, hkrati pa se močno krči. Uporablja se za stopnice, furnir, vezane plošče, pohištvo, parket, ročaje pri orodju, športne naprave, iverne in vlaknene plošče.



Slika 7: Prerez bukovega lesa. (Leban, 2004)

### Hrast

Les je rumeno rjav do rjav in močno potemni. Letnice so široke. Hrastov les je trd in ima visoko gostoto. Hrastovina se suši počasi in je med sušenjem nagnjena k pokanju, po njem pa ne. Uporablja se za stopnice, rezan furnir, pohištvo, notranjo opremo, obloge, parket, stavbno pohištvo in v ladjedelništvu.



Slika 8: Prerez hrastovega lesa. (Leban, 2004)

## Kostanj

Les je rumenkast do temno rjav. Meje med letnicami so jasno vidne. Podoben je hrastovini. Je srednje mehak. Suši se počasi. Uporablja se za stopnice, rezan furnir, pohištvo, obloge, parket, stavbno pohištvo in glasbila.



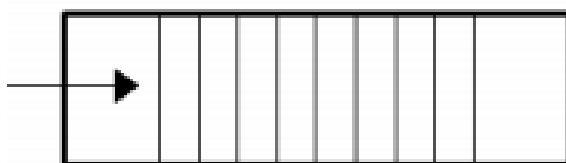
Slika 9: Prerez kostanjevega lesa. (Leban, 2004)

## 2.3 Delitev stopnic

### 2.3.1 Delitev glede zasnove in rame

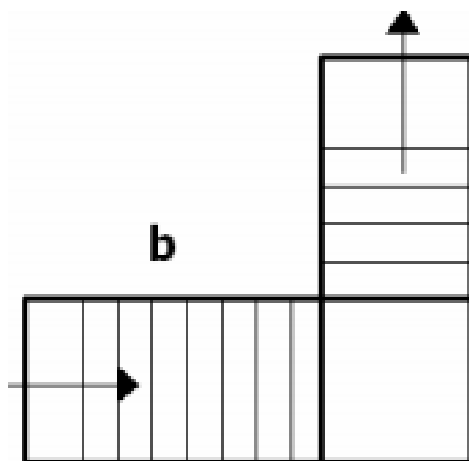
Stopnišče je prostor, kjer se nahajajo stopice, izraz pa hkrati predstavlja skupaj povezane stopnice, ki nam omogočajo prehod iz enega v drugo nadstropje. Stopnišča glede zasnove oz. stopne ploskve ločujemo na ravna in zavita. Kot ravna stopnišča so opredeljena tista, ki imajo vse stopne ploskve, gledano v tlorisu, pravokotne na ramo. Zavita stopnišča pa imajo tako pravokotne kot poševno odrezane stopne ploskve ali pa samo poševno odrezane. Glede na ramo delimo stopnišča na: enoramna, dvoramna ali večramna. (Stegne, b. d.)

### Ravna stopnišča:



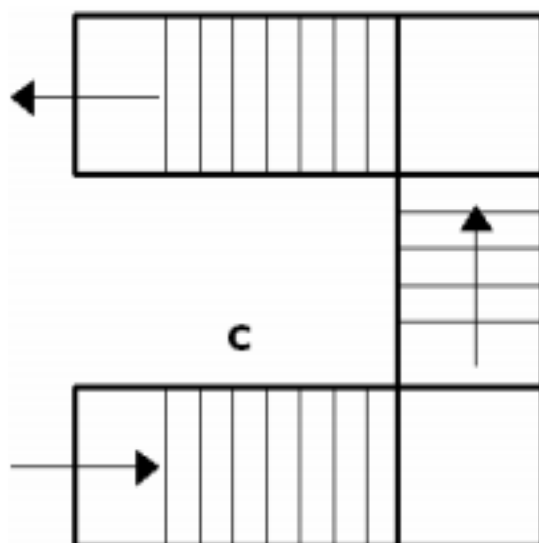
Slika 10: Enoramno stopnišče. (Stegne, b. d.)

**Enoramno** stopnišče ima nepretrgano vrsto stopnic od enega do drugega nadstropja. Ta je lahko prekinjena s podestom, podest v tem primeru precej spremeni ritem hoje. (Kržišnik, 2001)



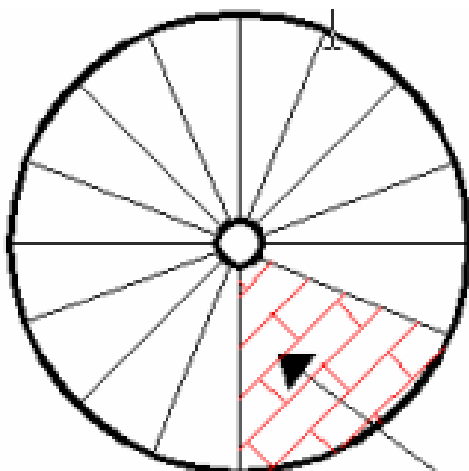
Slika 11: Dvoramno stopnišče. (Stegne, b. d.)

**Dvoramno** stopnišče ima dve vrsti stopnic, prekinjeni z vmesnim podestom. Navadno je kot med podestom in drugo ramo 90 stopinj in tako so stopnice v obliki črke L. (Kržišnik, 2001)



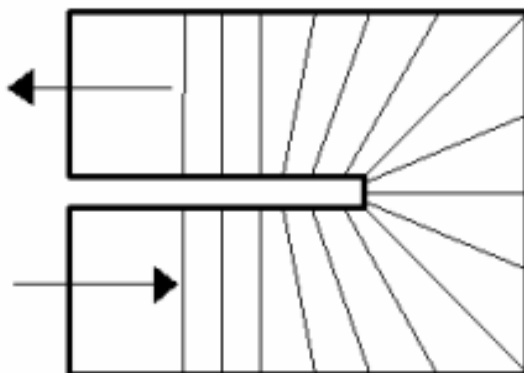
Slika 12: Triramno stopnišče. (Stegne, b. d.)

**Triramno** stopnišče ima tri vrste stopnic, prekinjene z dvema podestoma. Rame se od podesta obračajo za 90° ali 180°. V tlorisu spominja na črko U. (Kržišnik, 2001)

**Zavita stopnišča:**

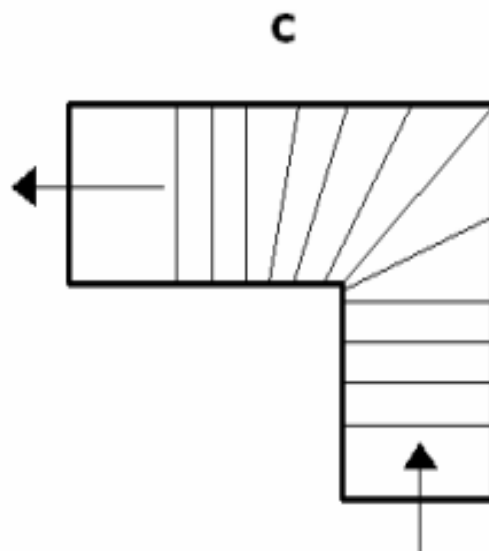
Slika 13: Krožno stopnišče. (Stegne, b. d.)

**Krožno** stopnišče ima stopnice razporejene v krogu. Vse stopne ploskve so oblikovane konično, tako da je ritem pri hoji enakomeren. (Kržišnik, 2001)



Slika 14: Polkrožno zavito stopnišče v obliki črke U. (Stegne, b. d.)

**Polkrožno** stopnišče ima kombinirane stopne ploskve, izmed katerih so nekatere oblikovane ravno, druge pa konično. V tlorisu so stopnice videti v obliki črke U. (Kržišnik, 2001)



Slika 15: Kotno zavito stopnišče. (Stegne, b. d.)

**Kotno zavito** stopnišče je sestavljeno iz kombiniranih stopnih ploskev, izmed katerih so prve in zadnje običajno ravne, v delu, kjer stopnice zavijajo za  $90^\circ$ , so oblikovane konično. Ta del predstavlja četrtno kroga pri krožnih stopnicah. (Stegne, b. d.)

### 2.3.2 Delitev glede lege v prostoru

Kot opisuje Sever (1986) lahko stopnišča ločimo tudi glede lege v prostoru. Tako poznamo zunanje, kletne, etažne in podstrešne stopnice. Zunanje stopnice se nahajajo zunaj. Lahko so: vrtno, javne, vhodne, požarne stopnice ... Notranje stopnice pa so lahko: kletne, etažne in podstrešne. Kletne stopnice so najpogosteje iz betona ali armiranega betona, lahko pa so tudi lesene ali jeklene. Etažne stopnice vodijo iz enega v drug prostor, za izdelavo le-teh se uporabljajo materiali različnih vrst. Podstrešne stopnice so bolj strme in imajo obliko lestve, lahko so lesene ali kovinske.

### 2.3.3 Delitev glede materiala

Glede materiala ločimo lesene, jeklene, betonske, kamnite stopnice in stopnice iz armiranega betona. Lesene stopnice so primerne predvsem za notranje prostore in prostorom dajo estetski in topel videz. Izdelane so iz hrastovega, jesenovega ali bukovega lesa, lahko so tudi iz iglavcev, a so take stopnice veliko manj odporne na mehanske vplive. Dobre lastnosti lesenih stopnic so, da so lahke, prijetne za uporabo, da je montaža suha in zato jih lahko postavimo v zaključni fazi gradnje. Slabost pa je, da se poškodbe na lesu hitro poznajo in da se lahko pojavlja škripanje. Jeklene stopnice se največkrat uporabljajo v industriji. Prehodna mrežasta plošča zmanjšuje možnost zdrsa. Pogosto so tako izdelane tudi zunanje požarne stopnice. Betonske stopnice so najpogosteje vhodne stopnice v javne in zasebne zgradbe in so obložene s keramiko. Kamnite stopnice so položene na že pripravljeno betonsko konstrukcijo. Armiranobetonske stopnice so najpogosteje uporabljene v stavbah, ki so zgrajene iz opeke. Lahko so ravne ali zavite. Stopnice pa so lahko tudi kombinirane, in sicer z jeklom, lesom ter betonom. Lahko so iz jekla izdelane rame oz. nosilci ali pa skelet za okrogle stopnice, na katerega so kasneje pritrjene lesene stopniščne ploskve. (Sever, 1986)

## 2.4 Osnovni elementi stopnišča

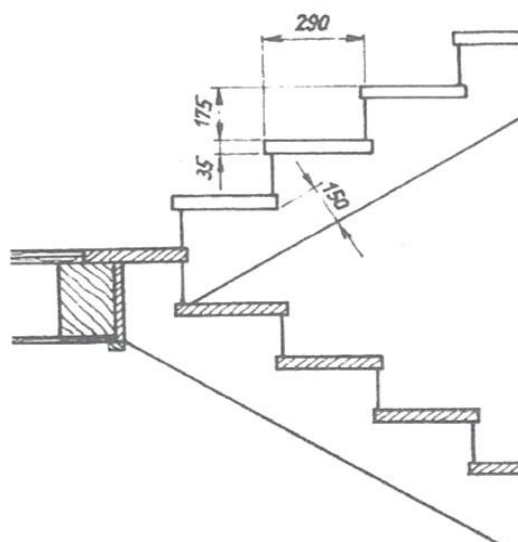
Osnovni elementi stopnišča so stopniščna rama, stopnice, ograja in podest. Stopniščna rama ali stopniščni krak je nosilec stopnic, sestavljen iz najmanj 3 neprekinjenih stopnic. V enem



stopnišču naj bi bilo 18 stopnic, ki jih lahko razporedimo v več stopniščnih ram. Stopnice ali stopne ploskve so ravne ploskve, ki ležijo na rami ali pa so vpete v rano. Stopniščna ograja je varnostni element za hojo. Idealna višina ograje je med 85 in 95 cm, merjeno od korena stopnic. Podest ali počivališče je večji ravni del stopnišča, ki umiri korak. Glavni podest je v isti višini kot etaža. V primeru, da ima stopnišče več ram, pa lahko ima tudi več tako imenovanih vmesnih podestov. (Sever, 1986)

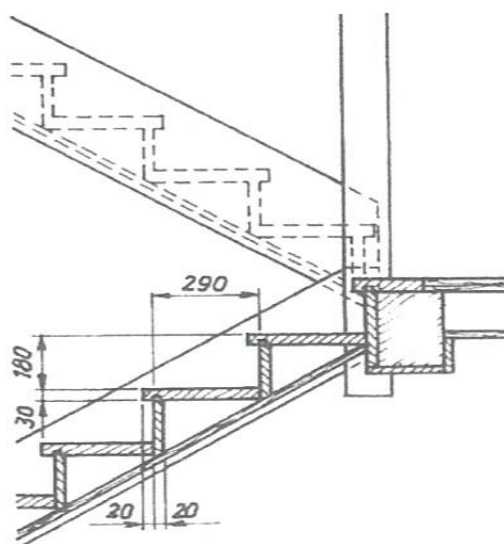
## 2.5 Vrste stopnic glede konstrukcije

Glede konstrukcije ločimo stopnice na nasedlane, zadolbene in vpahnjene. (Rozman, 1987)



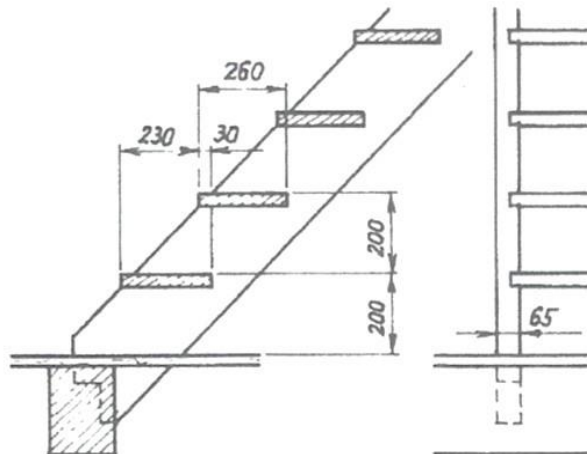
Slika 16: Nasedlane stopnice. (Rozman, 1987)

**Nasedlane stopnice** so take, da so stopne ploskve iz čela in iz strani vidne. Stopna ploskev je tako položena na že stopničasto oblikovano rano. (Stegne, b. d.)



Slika 17: Zadolbene stopnice. (Rozman, 1987)

**Zadolbene** stopnice so oblikovane tako, da je v stopniščno ramo izdelan utor in vanjo vpeta stopna ploskev. V tem primeru je vpeta stopna ploskev od strani skrita. (Stegne, b. d.)



Slika 18: Vpahnjene stopnice. (Rozman, 1987)

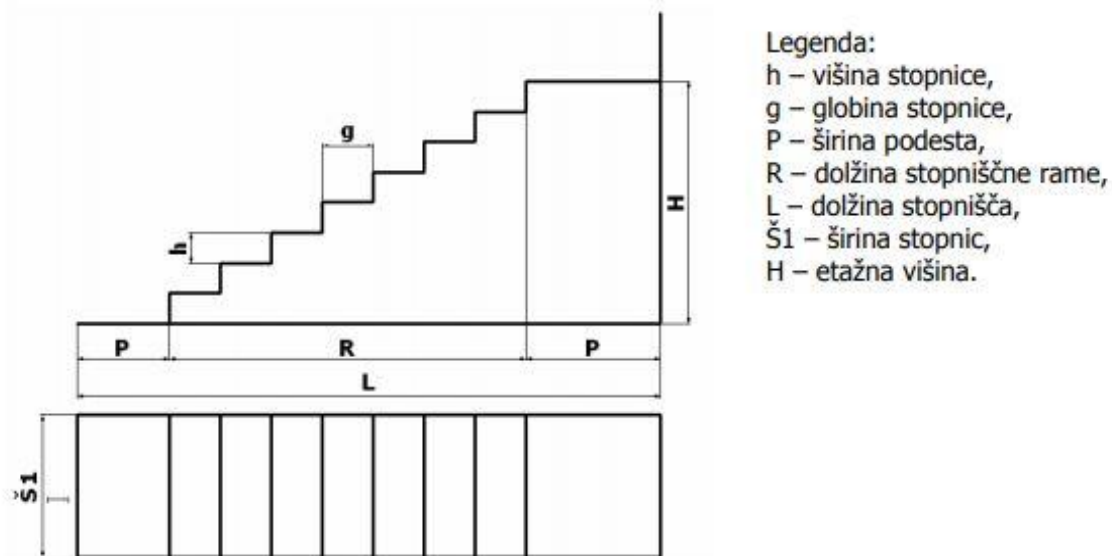
**Vpahnjene** stopnice oblikujemo tako, da iz sprednje strani stopniščne rame izžagamo prostor za globino stopne ploskve. V ta izrez vstavimo stopno ploskev. S strani je tako stopna ploskev vidna.

#### 2.5.1 Konstruiranje stopnic z upoštevanjem razmerij za udobno hojo

Pri stopnicah razlikujemo višino, širino in globino. Višina je odvisna od stavbe in prostora, kjer se stopnice nahajajo. Globina, ki jo izračunamo tako, da od povprečnega koraka odštejemo dvakratno višino stopnice, in višina morata biti v pravem razmerju, da je hoja udobna. Če so stopnice v napačnem razmerju, imamo pri hoji občutek, da se naprezamo, kot da ni pravega ritma. Višje stopnice imajo manjšo globino. Minimalna širina stopnic je 95 cm, v večstanovanjskih objektih do 125 cm, javna zgradbe pa imajo še širše stopnice. Dolžino povprečnega koraka izračunamo tako, da dvakrat pomnožimo višino ter seštejemo zraven še globino. Dolžino stopniščne rame izračunamo tako, da od števila stopnic odštejemo ena in to množimo z globino stopnic. Širina podesta pa se ponavadi sklada s širino stopnice. ("Domači mojster", 2014)

## 2.5.2 Izračun dimenzij stopnic

Stegne (b. d.) opisuje natančen izračun dimenzije stopnic po spodaj zapisanih obrazcih. Iz slike in legende so razvidne posamezne oznake za izračun. Idealna višina ene stopnice je 17,5 cm.



## Legenda:

h – višina stopnice,  
 g – globina stopnice,  
 P – širina podesta,  
 R – dolžina stopniščne rame,  
 L – dolžina stopnišča,  
 Š1 – širina stopnic,  
 H – etažna višina.

Slika 19: Mere ravnih enoramnih stopnic. (Stegne, b. d.)

Za izračun stopnic se uporablja formula:

$$2 \times h + g = 63 \text{ cm} - \text{povprečni korak}$$

Obrazec za izračun števila stopnic je:

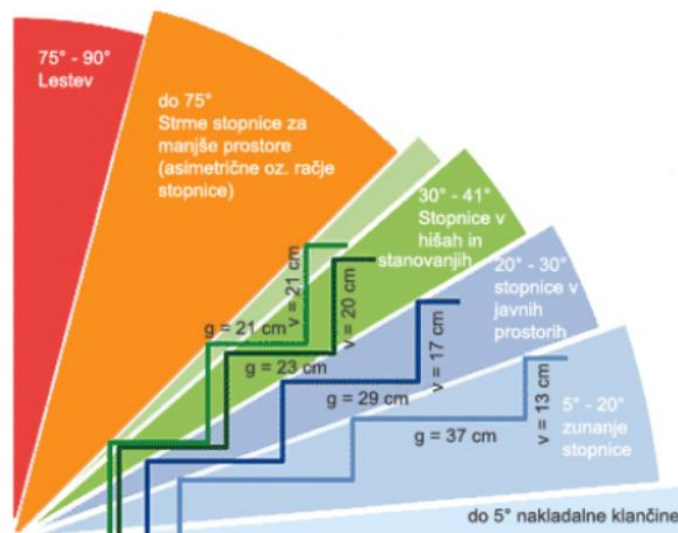
$$H/\text{povprečna višina} = \text{število stopnic}$$

Izračun višine ene stopnice:

$$H/\text{število stopnic} = h$$

Globina stopnice se izračuna po naslednjem obrazcu:

$$g = 63 \text{ cm} - 2 \times h$$



Slika 20: Naklon stopnišča glede lege v prostoru. ("Domači mojster", 2014)

Stopnišča na prostem morajo imeti tako manjšo višino in večjo globino stopnic, nagnjene so za 20 stopinj. Stopnice v stanovanju so prilagojene dolžini povprečnega koraka (61–65 cm) in so v naklonu za 30 stopinj. Stopnice, ki vodijo v klet ali na podstrešje, so v naklonu za 45 stopinj, lestve pa za 75 kotnih stopinj. ("Domači mojster", 2014)

Glede širine stopnic prav tako obstajajo določeni predpisi. Širina stopnic je odvisna od števila uporabnikov stopnic. V stanovanjskih objektih je ta lahko najmanj 80 cm, drugod (razen v bolnišnicah in drugih javnih ustanovah, kjer imajo drugačne predpise) pa najmanj 100 cm. (Stegne, b. d.)

## 2.6 Sušenje lesa

Les je živ material, kar pomeni, da deluje z okolico in kljub temu, da je posušen, se še vedno krči, razteza in krivi. Na les pomembno vplivajo sezonske spremembe in temperaturna nihanja. Vlažnost lesa je povezana z vlažnostjo prostora. Les se v prostoru takoj aklimatizira, kar pomeni, da prevzema višjo vlažnost, s tem pa se tudi krči in razteza. Krčenje in raztezanje lahko zmanjšamo s kakovostnim lakom za les, ne moremo pa ga izničiti. V notranjih prostorih je najprimernejša vlaga v lesu okoli 6–9 %. Preden les vgradimo, naj bo nekaj časa skladiščen na lokaciji, kjer bo vgrajen, saj se bo tako prilagodil vlažnosti. Vlažnost v lesu merimo s pomočjo merilca vlažnosti. Ob dobrem načrtovanju, ki zajema merjenje in sušenje lesa ter natančno premišljene namene uporabe, se lahko izognemo kasnejšim nevšečnostim. ("Domači mojster", 2014)

## 2.7 Stopniščne ograje in materiali

K stopnišču običajno spada tudi ograja. Funkcija ograj je zagotavljanje enostavne in varne hoje po stopnicah. Ograja je lahko pritrjena na stopnico ali ob strani stopnišča. Na vrhu ograje je tudi držalo, to poteka po celotni ograji. Na drugi strani je lahko držalo pritrjeno tudi na steno. Ograje so ponavadi izdelane iz lesenih ali kovinskih konstrukcij, nanje nato privijačimo prečke, ploščice ali polnila iz različnih materialov. Najuporabnejši material za izdelavo ograje je les zaradi njegovih lastnosti in cenovne dostopnosti. Izbira vrste lesa je odvisna predvsem od materiala notranjega pohištva, največkrat pa uporabimo bukev, jesen, smreko, jelko ali hrast. Zaradi varnosti oziroma predvsem zaradi tega, da otroci ne bi dajali glave med vertikalne palice, mora biti razmik med njimi največ 15 centimetrov. Jeklene ograje so trajne in njihova montaža je enostavna. Za njih pa se investitorji v večini primerov ne odločajo zaradi visoke

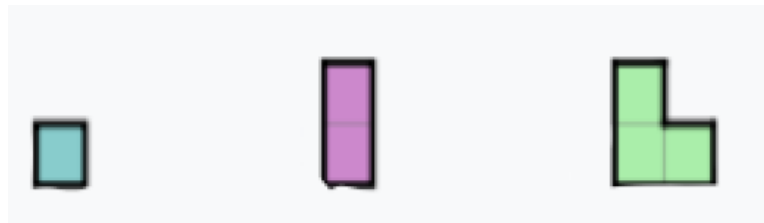
cene. Zadnje čase so moderne in pogosteje v uporabi tudi steklene ograje, ki so narejene iz kaljenega stekla. Le to ima lastnost, da so v primeru loma delci majhni in topi ter tako ne predstavljajo nevarnosti. Jeklene in steklene ograje dajejo vtis elegancje in modernega videza v prostoru. Priporočljiva višina ograje je 90 cm. (Sever, 1986)

## 2.8 Izkoriščenost prostora okoli stopnišča

Polinomine obstajajo že od leta 1907, pojavljajo se v različnih ugankah. Ime je zasnoval ameriški matematik in inženir Solomon Wolf Golomb leta 1953. Kasneje je o polinominah veliko pisal Martin Gardner v svoji rubriki *Matematične igre* v reviji *Scientific American*. ("Polinomina", 4. april 2019)

Polinomine so liki, ki jih dobimo s sestavljanjem skladnih kvadratov tako, da so povezani z eno skupno stranico. Polinomine lahko razdelimo glede števila kvadratov, ki jo sestavljajo (npr. monomine, sestavlja jo en kvadrat, domine, sestavljata jo dva kvadrata, trinomine, sestavljajo jo trije kvadrati ...).

Izkoriščenost stopnišča lahko merimo z metodo uporabe polinomin. ("Polinomina", 4. april 2019)



Slika 21: Monomine, domine in trinomine. ("Polinomina", 2019)

## 3 RAZISKOVALNI DEL

### 3.1 Raziskovalne metode

#### 3.1.1 Namen raziskave

Namen raziskovalne naloge je bil najti optimalno obliko stopnic v kompleksnem prostoru in ugotoviti, katere stopnice so ekonomsko najugodnejše.

#### 3.1.2 Cilji raziskave

Cilji raziskovalne naloge so bili:

- s pomočjo zasedenosti stopnišnega prostora stopnic, prednosti in slabost določene vrste stopnic in polimomin ugotoviti, kakšna oblika stopnic je najbolj optimalna rešitev,
- s kriterijema porabe materiala in časa za izdelavo upravičiti ekonomski vidik izbire in izračunati ceno posamezne vrste stopnic.

#### 3.1.3 Raziskovalni hipotezi

V raziskovalnem delu bom preverjala naslednji raziskovalni hipotezi:

**Hipoteza 1:** Stopnice v obliki črke L so najboljša možna rešitev.

**Hipoteza 2:** Ekonomski vidik je ugodnejši pri stopnicah v obliki črke L.

#### 3.1.4 Metode dela

Pri raziskovalni nalogi sem uporabila metodo praktičnega dela. To metodo sem uporabila pri izdelovanju lesenih maket prostora in stopnic ter pri vstavljanju le-teh v kompleksen prostor. Pri raziskovanju sem uporabljala računalniška programa CiciCAD in AutoCAD. Uporabljala sem naslednje postopke: postopek merjenja, opazovanja, analiziranja in računanja. Uporabila sem tudi analitično in sintetično metodo. Uporabila sem ju, ko sem urejala rezultate in tabele ter zapisovala ugotovitve.

#### 3.1.5 Potek dela

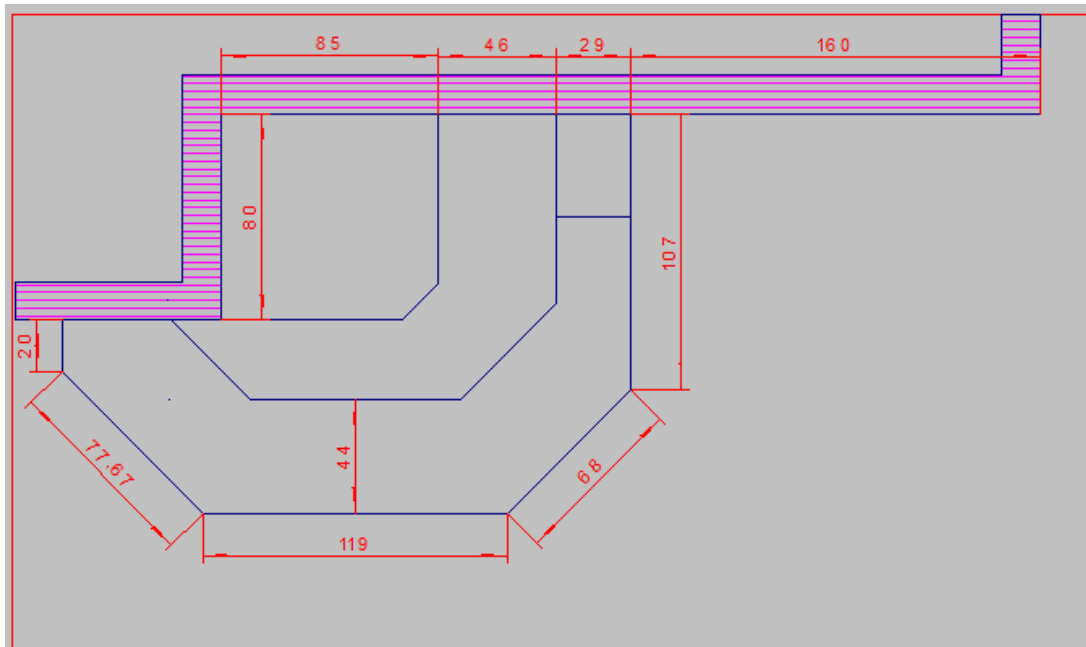
Dela sem se lotila tako, da sem po dokončno zasnovani ideji pričela z izdelovanjem makete prostora in različnih oblik stopnic. Makete sem izdelala iz 4 mm debele bukove vezane plošče ter stiropora in jih zlepila s talilnim lepilom. Najprej sem narisala prostoročno skico tlorisa danega prostora stopnic. Nato sem izrisala tloris prostora v računalniškem programu CiciCAD. Začela sem z izdelavo makete prostora. Sledil je izris stopnic oblike L in U v računalniškem programu AutoCAD. S pomočjo CNC stroja za obdelavo lesa sem izrezala sestavne dele stopnic. Le-te sem zlepila s talilnim lepilom. Pri urejanju slik sem si pomagala s programom Slikar. Rezultate primerjave stopnic različnih oblik sem zabeležila v pregledne tabele.

## 3.2 Rezultati

### 3.2.1 Preverjanje hipoteze 1: Stopnice v obliki črke L so najboljša možna rešitev.

Najprej sem opisala prostor, v katerem bodo stale stopnice. Prostor, v katerega je lastnik hiše želel postaviti lesene stopnice do mansarde, je predstavljal osrednji prostor v hiši. V tem prostoru so kuhinja, jedilnica in dnevna soba. V delu, kjer je jedilnica, je lončena peč, ki jo lastnik uporablja za osnovno ogrevanje, kar pomeni, da temperatura nad pečjo dnevno zelo niha. Na površini peči je tako od 23 °C do 90 °C, zato je potrebno zelo natančno izbrati les, veliko pozornosti je potrebno posvetiti sušenju lesa in speljati stopnice čim višje nad pečjo. Veliko težavo povzroča stropnik, ki je zamaknjen in zmanjšuje odprtino, ki je bila prvotno





Slika 24: Tloris pritličja v programu CiciCAD. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 13. 12. 2019)

Pri maketi prostora sem zaradi lažjega prenosa in pregleda stanja za izdelavo uporabila vezano ploščo ter stiropor. Maketa je v merilu 1 : 7. Najprej sem mere iz skice in načrtov prenesla na vezano ploščo ter nato iz nje izrezala posamezne dele. Nato sem vanjo zvrtila luknje za vijake. Dele sem privijačila skupaj. Luknje na maketi sem napolnila s kitom za les, da se ne bi videle. Da bi bila maketa še bolj podobna pravemu prostoru, sem stene pobarvala z belo barvo. Nato sem iz vezane plošče naredila še stebre ter vse skupaj (dno, stene, stebre in strop) privijačila. Iz stiropora sem izrezala obliko peči in vrhnje ploskve iz vezane plošče. Oblikovala sem peč in jo vstavila v maketo prostora. Na koncu sem za lažjo predstavo vstavila še steno v zgornjem nadstropju.





Slika 25: Barvanje sten z belo barvo. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 28. 12. 2019)



Slika 26: Sestavljanje in vijačenje tal ter sten. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 28. 12. 2019)



Slika 27: Lepljenje peči in vstavljanje peči v prostor. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 28. 12. 2019)



Slika 28: Končna maketa prostora. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 28. 12. 2019)

Odločila sem se za izdelavo stopnic v obliki črke U in črke L, ki sta na podlagi danih omejitev (mere prostora) možni rešitvi.

Tabela 1: Razlogi za izbiro stopnic v obliki črke U in črke L.

	Strmina stopnic	Velikost prostora	Prihod stopnic v mansardo
Enoramne stopnice	zelo strme	prenizek strop	neustrezen (stena)
Stopnice v obliki črke U	ustrezna	ustrezna	ustrezen
Stopnice v obliki črke L	ustrezna	ustrezna	ustrezen
Krožne stopnice	zelo strme	premalo prostora za lok	ustrezen

Nadaljevala sem z izračunavanjem števila stopnic, višine ene stopnice in globine stopnih ploskev za stopnice v obliki črke U in v obliki črke L. Za izračun sem uporabila predpisane obrazce.

Za izračun stopnic se uporablja formula:

Idealna višina ene stopnice je 17,5 cm, to število pomnožimo z dva in prištejemo razliko do 63, ki predstavlja globino (28 cm).

$$2 \times h + g = 63 \text{ cm} - \text{povprečni korak}$$

$$2 \times 17,5 \text{ cm} + 28 \text{ cm} = 63 \text{ cm}$$

Izračun števila stopnic:

Za izračun števila stopnic uporabimo višino etaže (286 cm), ki jo delimo z idealno višino (17,5 cm), da dobimo število stopnic (16,3). Iz tega je razvidno, da je v stopnišču 16 stopnic.

$$286 \text{ cm} / 17,5 \text{ cm} = 16,3 \text{ stopnic} - \text{zaokrožimo na 16 stopnic}$$

Višina ene stopnice:

Da izračunamo višino ene stopnice, delimo višino etaže (286 cm) s številom stopnic (16) in dobimo višino ene stopnice 17,8 cm.

$$286 \text{ cm} / 16 \text{ stopnic} = 17,8 \text{ cm}$$

Izračun za globino stopnice:

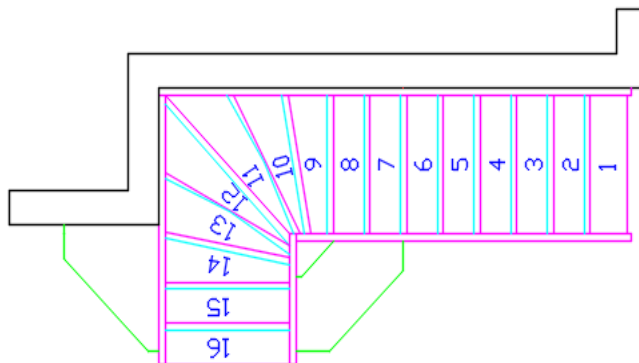
Za globino stopnice sem preoblikovala oziroma iz osnovne enačbe izpostavila globino. Izračunala sem jo tako, da sem od povprečnega koraka (63 cm) odštela dvakratnik višine ene stopnice (17,8 cm). Globina ene stopnice meri 27,4 cm.

$$2 \times h + g = 63 \text{ cm}$$

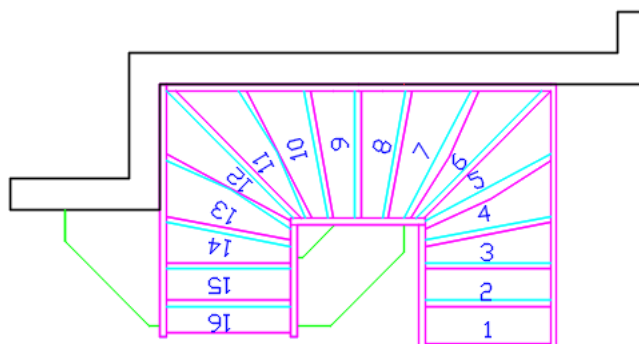
$$g = 63 \text{ cm} - 2 \times h$$

$$g = 63 \text{ cm} - 2 \times 17,8 \text{ cm} = 27,40 \text{ cm}$$

Na podlagi skic sem začela z načrtovanjem in izdelavo makete stopnic. Najprej sem jih narisala v programu AutoCAD, saj tak načrt služi CNC stroju za obdelavo lesa kot osnova za izrez posameznih delov.



Slika 29: Tloris pritličja in stopnic v obliki črke L v programu AutoCAD. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 14. 12. 2019)



Slika 30: Tloris pritličja in stopnic v obliki črke U v programu AutoCAD. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 14. 12. 2019)

Načrt v AutoCAD-u sem prenesla na CNC stroj za obdelavo lesa, ki je delno izrezal stopnice in ograjo na vezano ploščo. Z rezalnikom sem izrisane dele izrezala, nato sem jih zložila zaporedno in iz njih oblikovala obe načrtovani maketi. Stopne ploskve sem zalepila v stopniščno ramo na način vdolbnih stopnic s pomočjo talilnega lepila. Na koncu sem dolepila še ograjo. V maketo prostora sem nato vstavila maketo stopnic v obliki črke U oziroma črke L.



Slika 31: CNC stroj za obdelavo lesa obdeluje vezano ploščo na podlagi načrta. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 3. 1. 2020)



Slika 32: Obrezovanje stopnic z rezalnikom. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 3. 1. 2020)



Slika 33: Lepljenje s taličnim lepilom. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 14. 1. 2020)



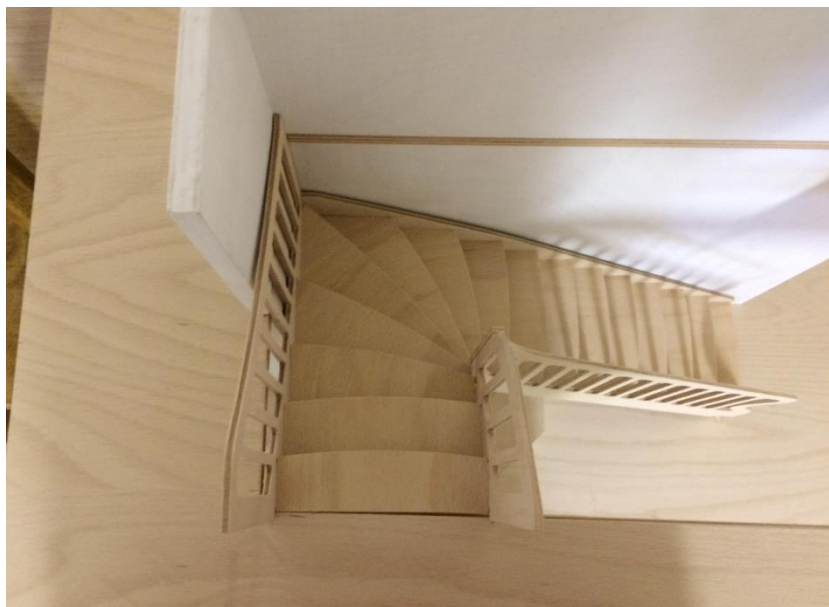
Slika 34: Lepljenje in sestavljanje delov. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 14. 1. 2020)



Slika 35: Tloris stopnic v obliki črke U. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 14. 1. 2020)



Slika 36: Pogled iz prostora na stopnice v obliki črke U. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 14. 1. 2020)



Slika 37: Tloris stopnic v obliki črke L. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 14. 1. 2020)



Slika 38: Pogled iz prostora na stopnice v obliki črke L. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 14. 1. 2020)

Po izdelavi maket sem razmišljala o idejah za izkoristek prostora, s katerimi bi lažje potrdila prvo hipotezo. Izdelala sem človeško figuro, omarico, dodaten podest zgoraj, steno in mizo kot prikaz ideje izkoristka zgornjega prostora.

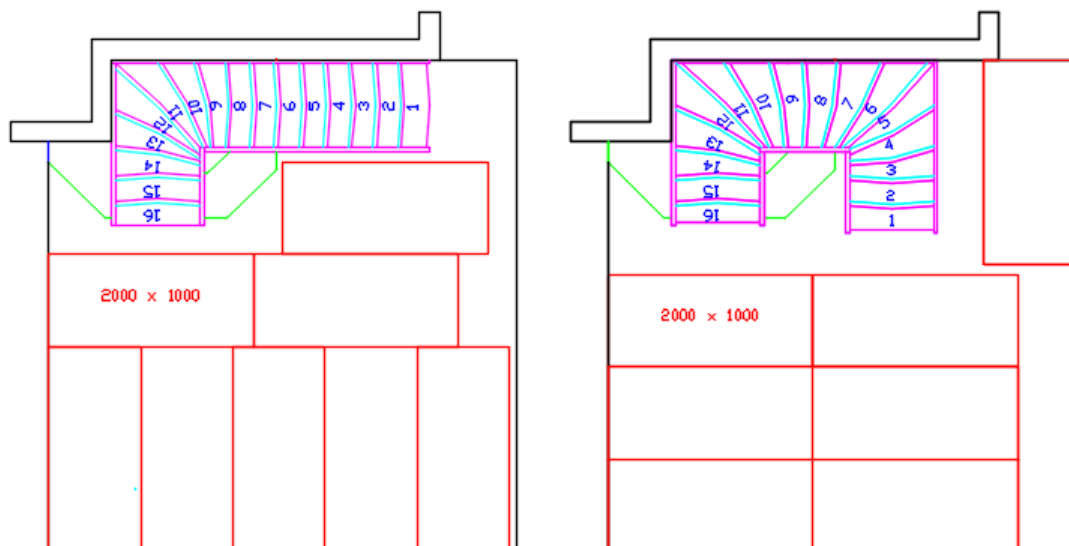


Slika 39: Prikaz ideje izkoristka prostora stopnic v obliki črke L. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 20. 1. 2020)

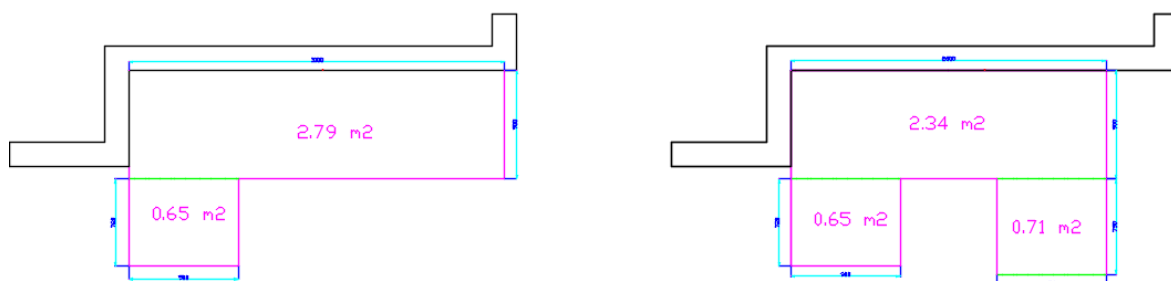


Slika 40: Prikaz ideje izkoristka prostora stopnic v obliki črke U. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 20. 2. 2020)

Metodo uporabe polinomin, ki sem jo opisala v teoretičnem delu, sem umestila v tloris mojega prostora. Za polinomino, ki je bila v mojem primeru domina, saj je bila sestavljena iz dveh kvadratov, sem si izbrala jedilno mizo. Miza se namreč nahaja v jedilnici, ki sem si jo izbrala kot prostor za postavitev polinomin – domin. Miz mere 200 cm x 100 cm sem pri stopnicah v obliki črke U vstavila 7, pri stopnicah v obliki črke L pa 8. To pomeni, da je prostor okoli stopnic pri stopnicah v obliki črke U manjši. Polinomine oziroma domine sem v prostor vstavila s pomočjo programa AutoCAD.





Slika 41: Prikaz metode polinomin v tlorisu, risanim v programu AutoCAD. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 26. 2. 2020)



Slika 42: Prikaz računanja stopnišnega prostora, prikazanega v programu AutoCAD. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 26. 2. 2020)

Tabela 2: Primerjava stopnic v obliki črke U in črke L za preverjanje hipoteze 1.

	Stopnice v obliki črke U	Stopnice v obliki črke L
		
<b>Prednosti</b>	Več prostora na desni strani stopnic in pod stopnicami, ki ga lahko	Pridobljen je prostor v zgornjem nadstropju (1,2 m²) kot podest.



	izkoristimo za manjšo omarico.	Peč je vizualno manj zaprta in še vedno okras prostoru. Čiščenje peči je lažje. Sestop s stopnic je ustrežnejši glede na razporeditev prostora v pritličju.
<b>Slabosti</b>	Stopnice so manj primerne razporeditvi prostora, saj je ob sestopu v prostoru miza v jedilnici. Vizualno je peč preveč zaprta in ni okras prostoru. Čiščenje peči je zelo oteženo.	Manj je prostora za omarico ob stopnicah.
<b>Zasedenost stopniškega prostora</b>	Stopnice sem razdelila na tri dele in izračunala prostornino vsakega dela ter jih seštela: $(2,6 \times 0,9) + (0,79 \times 0,9) + (0,72 \times 0,9) = 3,70 \text{ m}^2$ . Stopnice zavzamejo $0,26^2 \text{ m}$ več prostora.	Stopnice sem razdelila na dva dela in izračunala prostornino vsakega dela ter ju seštela: $(3,1 \times 0,9) + (0,72 \times 0,9) = 3,44 \text{ m}^2$ . Stopnice zavzamejo $0,26 \text{ m}^2$ manj prostora.
<b>Izkoriščenost prostora okoli stopnišča polinomine</b>	V prostor sem vstavila 7 polinomin oziroma domin.  Manj prostora okoli stopnišča.	V prostor sem vstavila 8 polinomin oziroma domin.  Več prostora okoli stopnišča.

Iz tabele je razvidno, da imajo stopnice v obliki črke L več prednosti in le eno slabost, zavzemajo  $0,26 \text{ m}^2$  manj stopniškega prostora in v prostor sem vstavila 8 polinomin oziroma domin, kar pomeni, da je ob stopnišču več prostora. Stopnice v obliki črke U imajo več slabosti v primerjavi s stopnicami v obliki črke L in le eno prednost, zavzemajo  $0,26 \text{ m}^2$  več stopniškega prostora in v prostor sem vstavila 7 polinomin oziroma domin, kar pomeni, da je ob stopnišču manj prostora. Stopnice v obliki črke L so tako dokazano najboljša možna rešitev.

3.2.2 Preverjanje hipoteze 2: Ekonomski vidik je najugodnejši pri stopnicah v obliki črke L.

Svojo drugo hipotezo sem preverjala s pomočjo teže posameznih stopnic, iz katere lahko ugotovimo, v katerih stopnicah je več materiala. Prav tako pa sem svojo drugo hipotezo preverjala s pomočjo časa izdelave posameznih stopnic. Iz časa izdelave in porabe materiala pa lahko sklepamo o ceni posameznih stopnic.



Slika 43: Tehtanje stopnic v obliki črke U. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 20. 2. 2020)





Slika 44: Tehtanje stopnic v obliki črke L. (Avtorica: Karla Rap, Laporje, 20. 2. 2020)

Izračunala sem tudi ceno za posamezno maketo. Najprej sem stehala celo vezano ploščo (2440 mm x 1250 mm), ki je tehtala 9,272 g, stala pa je 32 evrov. Začela sem z računanjem.

Najprej sem izračunala ceno za stopnice v obliki črke L. Te so tehtale 460 g. Naredila sem križni račun in izračunala:  $(460 \text{ g} \times 32 \text{ EUR}) : 9.272 \text{ g} = 1,59 \text{ EUR}$ . Predpostavila sem, da je pri obeh vrstah stopnic 20 % izgube. Tako sem ponovno naredila križni račun in izračunala, koliko EUR predstavlja teh 20 %, in sicer:  $(20 \% \times 1,59 \text{ EUR}) : 100 \% = 0,32 \text{ EUR}$ . Nato sem to prištela k osnovni ceni:  $1,59 \text{ EUR} + 0,32 \text{ EUR} = 1,91 \text{ EUR}$ . Dobila sem ceno materiala, ki je dan v stopnice. Nato sem izračunala še delo. Stopnice sem delala približno 25 ur, za vsako uro sem določila ceno 2,5 EUR. Tako sem izračunala:  $(25 \text{ ur} \times 2,5 \text{ EUR}) + 1,91 \text{ EUR} = 64,41 \text{ EUR}$ . Skupna cena za stopnice v obliki črke L je 64,41 EUR.

Nato sem ceno izračunala še za stopnice v obliki črke U. Te so tehtale 525 g. Naredila sem križni račun in izračunala:  $(525 \text{ g} \times 32 \text{ EUR}) : 9.272 \text{ g} = 1,81 \text{ EUR}$ . Predpostavila sem, da je pri obeh vrstah stopnic 20 % izgube. Tako sem ponovno naredila križni račun in izračunala, koliko EUR predstavlja teh 20 %, in sicer:  $(20 \% \times 1,81 \text{ EUR}) : 100 \% = 0,36 \text{ EUR}$ . Nato sem to prištela k osnovni ceni:  $1,81 \text{ EUR} + 0,36 \text{ EUR} = 2,17 \text{ EUR}$ . Dobila sem ceno materiala, ki je dan v stopnice. Nato sem izračunala še delo. Stopnice sem delala približno 28 ur, za vsako uro sem določila ceno 2,5 EUR. Tako sem izračunala:  $(28 \text{ ur} \times 2,5 \text{ EUR}) + 2,17 \text{ EUR} = 72,17 \text{ EUR}$ . Skupna cena za stopnice v obliki črke L je 72,17 EUR.

Tabela 3: Primerjava stopnic obliki črke U in črke L za preverjanje hipoteze 2.

	<b>Stopnice v obliki črke U</b>	<b>Stopnice v obliki črke L</b>
		
<b>Poraba materiala za maketo</b>	Tehtajo <b>525,00 g.</b> Porabimo več materiala (65,00 g).	Tehtajo <b>460,00 g.</b> Porabimo manj materiala (65,00 g).
<b>Čas izdelave makete</b>	Za izdelavo makete sem porabila <b>28 ur.</b>	Za izdelavo makete sem porabila <b>25 ur.</b>
<b>Cena makete</b>	<p><math>(525 \text{ g} \times 32 \text{ EUR}) : 9.272 \text{ g} = 1,81 \text{ EUR.}</math></p> <p>Predpostavila sem, da je pri obeh vrstah stopnic 20 % izgube.</p> <p><math>(20 \% \times 1,81 \text{ EUR}) : 100 \% = 0,36 \text{ EUR.}</math></p> <p><math>1,81 \text{ EUR} + 0,36 \text{ EUR} = 2,17 \text{ EUR.}</math></p> <p><math>(28 \text{ ur} \times 2,5 \text{ EUR}) + 2,17 \text{ EUR} = 72,17</math></p> <p>Skupna cena za stopnice v obliki črke L je <b>72,17 EUR.</b></p> <p>Stopnice so 7,76 EUR dražje.</p>	<p><math>(460 \text{ g} \times 32 \text{ EUR}) : 9.272 \text{ g} = 1,59 \text{ EUR.}</math></p> <p>Predpostavila sem, da je pri obeh vrstah stopnic 20 % izgube.</p> <p><math>(20 \% \times 1,59 \text{ EUR}) : 100 \% = 0,32 \text{ EUR.}</math></p> <p><math>1,59 \text{ EUR} + 0,32 \text{ EUR} = 1,91 \text{ EUR.}</math></p> <p><math>(25 \text{ ur} \times 2,5 \text{ EUR}) + 1,91 \text{ EUR} = 64,41 \text{ EUR.}</math></p> <p>Skupna cena za stopnice v obliki črke L je <b>64,41 EUR.</b></p> <p>Stopnice so 7,76 EUR cenejše.</p>

Iz tabele je razvidno, da stopnice v obliki črke L tehtajo 65,00 g manj, za izdelavo porabimo 3 ure manj kot za izdelavo stopnic v obliki črke U in so 7,76 EUR cenejše. Stopnice v obliki črke U tehtajo 65,00 g več, za izdelavo porabimo 3 dni več kot za izdelavo stopnic v obliki črke L in so 7,76 EUR dražje. Ekonomski vidik je tako dokazano najugodnejši pri stopnicah v obliki črke L.

## 4 RAZPRAVA

Prvo hipotezo, stopnice v obliki črke L so najboljša možna rešitev, sem potrdila.

Stopnice v obliki črke L namreč zasedejo manj prostora, natančneje 0,26 m<sup>2</sup> manj. Raziskala sem prednosti postavitve takih stopnic. Ugotovila sem, da stopnice bolj ustrezajo razporeditvi prostora v pritličju, saj pri sestopu s stopnic v obliki črke U pridemo v jedilnico, kar ne ustreza najbolje. Da pridobimo prostor na podestu v zgornjem nadstropju (1,2 m<sup>2</sup>), da je peč vizualno manj zaprta in še vedno okras prostoru ter da se peč tudi lažje čisti. Stopnicam sem izračunala zasedenost stopniščenega prostora in ugotovila, da stopnice v obliki črke L zasedejo 0,26 m<sup>2</sup> manj stopniščenega prostora. Hkrati pa imajo za eno polinomino oziroma domino v velikosti mize (200 cm x 100 cm) več prostora okoli stopnišča.

Drugo hipotezo, ekonomski vidik je ugodnejši pri stopnicah v obliki črke L, sem potrdila.

Za stopnice v obliki črke L namreč porabimo manj materiala, kar sem dokazala s tehtanjem, pri čemer sem ugotovila, da stopnice v obliki črke U tehtajo oziroma vsebujejo 65 g materiala več. Prav tako pa za izdelavo le-teh porabimo 3 dni manj. Njihova cena je 7,76 EUR nižja.

Metoda praktičnega dela ter analitična in sintetična metoda so bile po mojem mnenju primerno izbrane metode. Z metodo praktičnega dela sem naredila makete stopnic in jih potem analizirala na različne načine (zasedenost stopniščenega prostora, teža ...). Analitično in sintetično metodo pa sem uporabila, ko sem izdelovala tabele ter jih analizirala. S tema metodama sem dobila zelene rezultate.

Menim, da bi raziskovalno nalogo lahko še izboljšala. Izboljšala bi jo tako, da bi izdelala stopnice iz različnih materialov in jih nato primerjala. Izdelala bi jih lahko iz jekla, stekla ali betona. Menim, da bi prišla do enakih ugotovitev, razlikovale bi se le v teži oziroma porabi materiala ter času izdelave.

Namen raziskovalne naloge je bil najti optimalno obliko stopnic v kompleksnem prostoru in ugotoviti, katere stopnice so ekonomsko najugodnejše. Prav tako sem želela izbrati primerno vrsto lesa za izdelavo stopnic. Namen raziskovalne naloge sem tudi izpolnila. Cilji raziskovalne naloge so bili s pomočjo zasedenosti stopniščenega prostora stopnic, prednosti in slabosti vsake vrste in polinomin ugotoviti, kakšna oblika stopnic je najbolj optimalna rešitev, s kriterijema porabe materiala in časa za izdelavo upravičiti ekonomski vidik izbire in na podlagi tega določiti ceno makete stopnic. Ugotovila sem, da imajo stopnice v obliki črke L več prednosti, da zasedejo 0,26 m<sup>2</sup> manj stopniščenega prostora in tudi manj prostora ob stopnišču oziroma v jedilnici. Prav tako sem ugotovila, da za stopnice v obliki črke L porabimo 3 dni in 65,00 g materiala manj, njihova cena je 7,76 EUR nižja.

Na podlagi vseh zgoraj naštetih kriterijev sem se odločila za stopnice v obliki črke L.

## 5 ZAKLJUČEK

V raziskovalni nalogi sem vstavljala stopnice v kompleksen prostor. Prostor je zapleten, saj je pod načrtovanimi stopnicami peč, ki se segreje tudi do 90 °C, prostor za postavitev je majhen, v mansardi nam izvedbo stopnic onemogoča tudi polovična stena, hkrati pa je v pritličju pred stopnicami načrtovana jedilna miza. Problema sem se lotila z izdelavo makete in ugotovila, da lahko v prostor vstavim dvojne stopnice, in sicer stopnice v obliki črke L in stopnice v obliki črke U. V svoji prvi hipotezi sem ugotavljala, katera vrsta stopnic je najprimernejša za dani prostor. Na podlagi prednosti in slabosti stopnic, zasedenosti stopniščenega prostora ter polinomin sem ugotovila, da so optimalna izbira stopnice v obliki črke L.

V svoji drugi hipotezi sem ugotavljala, pri kateri vrsti stopnic je ekonomski vidik najugodnejši. To sem ugotovila na podlagi porabe materiala, ki sem ga določila s težo, in na podlagi časa izdelave. Iz tega sem izračunala tudi ceno posamezne makete stopnic. Ugotovila sem, da so zgoraj naštetosti boljše pri stopnicah v obliki črke L.

Tako so moja končna rešitev za ta problem stopnice v obliki črke L.

Najzahtevnejši del raziskovalne naloge je bila izdelava maket. Izdelovala sem jih približno dva tedna. Izdelovala sem jih doma z očetovo pomočjo. Moj najljubši del raziskovalne naloge pa je bil razmišljanje o idejah za izkoristek prostora. Ideje sem nato s pomočjo maket tudi realizirala.

Raziskovalna naloga ponuja različne možnosti nadaljnjega raziskovanja. Lahko bi izdelovali stopnice iz različnih materialov (kovina, jeklo ...) in jih primerjali ter analizirali.

## 6 VIRI IN LITERATURA

- Dimenzioniranje stopnic. (22. september 2014). Pridobljeno 13. januarja 2020 s <http://www.domacimojster.si/?p=1563>.
- Kržišnik, T. (2001). Konstruiranje zavrtih stopnic in problem njihove izvedbe (Diplomsko delo). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, oddelek za lesarstvo.
- Leban, I. (2004). DOMAČE LESNE VRSTE. Pridobljeno 13. januarja 2020 s [http://www.cpi.si/files/cpi/userfiles/Lesarstvo\\_tapetnistvo/7-DOMA\\_LESNE\\_VRSTE.pdf](http://www.cpi.si/files/cpi/userfiles/Lesarstvo_tapetnistvo/7-DOMA_LESNE_VRSTE.pdf).
- Polinomina. (4. april 2019). Pridobljeno 20. februarja 2020 s <https://sl.wikipedia.org/wiki/Poliomina>.
- Rozman, V. (1987). Konstrukcije izdelkov 3. Ljubljana : Zveza lesarjev Slovenije, Lesarska založba.
- Sever, A. (1986). Tehnologija delovnih procesov. 2, streha, ostrešje, kritina, stopnice. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Stegne, V. (b. d.). Stavbno pohoštvo - stopnice. Pridobljeno 25. januarja 2020 s [http://www.cpi.si/files/cpi/userfiles/Lesarstvo\\_tapetnistvo/Stopnice.pdf](http://www.cpi.si/files/cpi/userfiles/Lesarstvo_tapetnistvo/Stopnice.pdf).
- Stopnice skozi zgodovino. (13. februar 2017). Pridobljeno 20. decembra 2019 s <https://www.gradbenistvomajhen.si/stopnice-skozi-zgodovino/>.
- Ustrezna vlaga lesa za vaš projekt. (6. oktober 2014). Pridobljeno 20. februarja 2020 s <http://www.domacimojster.si/?p=1646>.